



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 41 02 462 A 1

⑯ Int. Cl. 5:  
A 61 B 17/58

DE 41 02 462 A 1

BEST AVAILABLE COPY

⑯ Anmelder:  
Gundolf, Ferdinand, Dr.med., Kufstein, AT

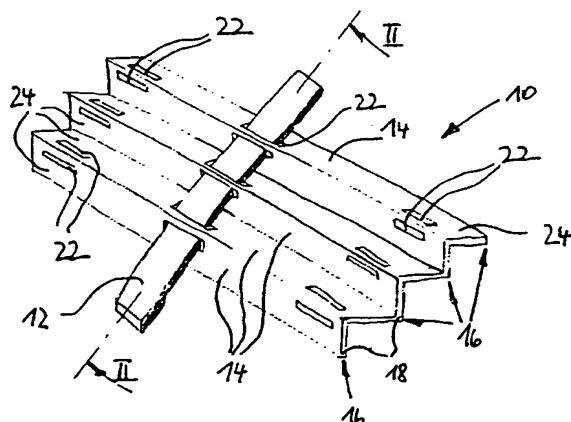
⑯ Vertreter:  
Popp, E., Dipl.-Ing.Dipl.-Wirtsch.-Ing.Dr.rer.pol.;  
Sajda, W., Dipl.-Phys.; Reinländer, C., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Bohnenberger, J., Dipl.-Ing.Dr.phil.nat.,  
8000 München; Bolte, E., Dipl.-Ing.; Möller, F.,  
Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 2800 Bremen

⑯ Erfinder:  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Stabilisierelement zur Osteosynthese von Knochenfragmenten, insbesondere zur Fixation von Knochenfrakturen

⑯ Die Erfindung betrifft ein Stabilisierelement zur Osteosynthese von Knochenfragmenten, insbesondere zur Fixation von Knochenfrakturen, das die Fraktur und/oder den Knochen im Bereich der zu behandelnden Stelle wenigstens teilweise überdeckt und mit mindestens einem Spannmittel am Knochen festlegbar ist.  
Das Stabilisierelement (10) ist dabei im Querschnitt wellen-, mäander-, zickzackartig oder dgl. ausgebildet und am Knochen über wenigstens zwei sich etwa in Längsrichtung des Stabilisierelementes (10) erstreckende Berührungslien (16) abstützbar.



DE 41 02 462 A 1

# DE 41 02 462 A1

1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Stabilisierelement zur Osteosynthese von Knochenfragmenten, insbesondere zur Fixation von Knochenfrakturen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Als Hauptziel der Frakturbehandlung gilt die Wiederherstellung der Funktion der verletzten Extremität. Zur Vermeidung von Fehlstellungen und zur Verhütung von Frakturkrankheiten (Gelenkversteifungen und Weichteilschädigungen infolge zirkulatorischer Störungen) soll dem gebrochenen Knochen durch eine stabile Osteosynthese eine Festigkeit gegeben werden, die eine länger dauernde äußere Fixation durch Gipsverbände erübrig und eine sofortige aktive Bewegungstherapie der verletzten Extremität erlaubt. Auch bei den wiederherstellenden Eingriffen am Skelett steht neben der zuverlässigen Verknöcherung die frühzeitige aktive Funktionsbehandlung im Vordergrund. Wichtig sind ferner die Abkürzung des Krankenhausaufenthaltes, die möglichst rasche Wiederherstellung der Tragfähigkeit des Knochens und vor allem auch die Abkürzung des operativen Eingriffs.

Eine stabile Osteosynthese läßt sich beispielsweise durch eine interfragmentäre, flächenhaft wirkende Kompression mittels Zugschrauben erreichen. Des weiteren ist eine sog. axiale Kompression bekannt, die sich mit dem Zuggurtungsprinzip, mit zwei Platten oder mit 2-4 Steinmann-Nägeln, welche mit äußeren Spannen fixiert sind, erreichen läßt. Darüber hinaus werden auch intramedulläre Kraftträger (Marknägel) verwendet, wobei die Fraktur sehr häufig noch durch eine Cerclage in Form von Edelstahldraht stabilisiert wird. Schließlich sind unterschiedlichst geformte Kompressions- und Winkelplatten bekannt, die mittels Spannschrauben und Befestigungszangen oder dgl. mit dem Knochen lösbar verbunden werden.

All diesen Methoden haftet jedoch der Nachteil an, daß sie einen relativ hohen operativen Aufwand erfordern und daß ferner nur mit Metallimplantaten, die später wieder entfernt werden müssen, eine einigermaßen zufriedenstellende Festigkeit der Fraktur erzielt wird. Die üblicherweise verwendeten Cerclagen sind zudem nicht geeignet, Frakturen so zusammenzuhalten, daß sie im wesentlichen voll belastbar sind. Zudem sind die Verwendungsmöglichkeiten derartiger Cerclagen ausgesprochen beschränkt, da beispielsweise Kompressionsplatten mit Spannschrauben zur Fixation von alten und/oder porösen Knochen ungeeignet sind, sich zumindest aber zur Erzielung eines festen Sitzes als sehr problematisch erweisen. Abgesehen davon ist durch Anordnung solcher Platten, Schrauben und ähnlichem eine Schwächung des zu behandelnden Knochens insgesamt die Folge. So stellt beispielsweise eine durch den Knochen hindurchgeführte Schraube eine hochgradige Sollbruchstelle dar. Schließlich treten im Bereich der Enden von herkömmlichen Kompressions-, Winkelplatten oder dgl. zusätzliche Spannungen im Knochen auf, die zum einen den Heilungsprozeß verlangsamen und zum anderen zu verhältnismäßig hohen Belastungen bis hin zum Bruch des Knochens in diesem Bereich führen können.

Ausgehend vom oben genannten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Stabilisierelement zur Osteosynthese von Knochenfragmenten, insbesondere zur Fixation von Knochenfrakturen zu erhalten, das unter Erzielung einer hohen Stabilität und einer guten Verträglichkeit besonders einfach zu

2

handhaben ist.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Durch die wellen-, mäander-, zick-zack-artige oder dergleichen Profilierung läßt sich ein Stabilisierelement mit einer ausgesprochen hohen Steifigkeit erreichen. Infolgedessen sind zur Osteosynthese von Knochenfragmenten, insbesondere zur Fixation von Knochenfrakturen beispielsweise intramedulläre Kraftträger (Marknägel) nicht mehr notwendig. Zudem läßt sich das Stabilisierelement infolge der durch die Profilierung erzielbaren hohen Steifigkeit wesentlich dünner ausbilden als die bisher bekannten Kompressions-, Winkel- oder dergleichen -platten. Die hieraus resultierende gute Verträglichkeit ermöglicht daher auch ein Belassen des erfundungsgemäßen Stabilisierelementes nach Heilung des Knochens bzw. nach Zusammenwachsen der Fraktur, so daß sich ein weiterer operativer Eingriff zum Entfernen bisher verwendeteter Marknägel, Kompressions-, Winkelplatten oder anderen plattenähnlichen stabilisierenden Hilfsmitteln erübrig. Durch die Abstützung des erfundungsgemäßen Stabilisierelementes am Knochen über wenigstens zwei sich etwa in Längsrichtung des Stabilisierelementes erstreckende Berührungslien wird die Steifigkeit bzw. der Stabilisierungseffekt noch zusätzlich erhöht. Schließlich läßt sich das erfundungsgemäße Stabilisierelement besonders einfach handhaben, ohne daß vor der Operation vorzunehmende Anpassungsmaßnahmen, beispielsweise an die jeweilige Krümmung des Knochens im Bereich der Fraktur oder dergleichen vorzunehmen sind.

Konstruktive Details des erfundungsgemäßen Stabilisierelementes sind in den Unteransprüchen beschrieben. Von großer Bedeutung für ein einfaches und schnelles, zugleich funktionssicheres Festlegen des Stabilisierelementes am Knochen sind die Maßnahmen nach Anspruch 2. Demnach kann das Stabilisierelement mit wenigstens einem flachbandartigen Spannband, das als Spannmittel dient und die Fraktur und/oder den Knochen im Bereich der zu behandelnden Stelle umschlingt, in Form einer Rohr- oder Schlauchschelle am Knochen fixiert werden. In diesem Zusammenhang wird ausdrücklich auf die DE-PS 35 38 645 sowie auf die deutsche Patentanmeldung P 40 21 246.7 hingewiesen. Das Spannmittel als Spannband auszubilden, hat sich als ausgesprochen vorteilhaft erwiesen, da das Stabilisierelement unabhängig von der Konsistenz des Knochens, d. h. auch bei altem, porösem Knochen an diesem im Gegensatz zu herkömmlichen Spannschrauben auch unter Kompression fixierbar ist.

Des weiteren sind für eine besonders gute Handhabbarkeit wie auch Positionierung bzw. Festlegung des Spannbandes an dem Stabilisierelement und damit am Knochen die Maßnahmen nach den Ansprüchen 3 bis 7 von besonderem Interesse. Insbesondere die Festlegung des Stabilisierelementes und des Spannbandes bzw. der Spannbänder zueinander durch erfundungsgemäß vor gesehene Längsschlitz entsprechen den konstruktiven Maßnahmen nach den Ansprüchen 5 bis 7 wird eine unerwünschte Montage des Stabilisierelementes, ein Verrutschen des bzw. der Spannbänder entlang dem Stabilisierelement und ähnliches sicher verhindert.

Darüber hinaus liegt es entsprechend den Merkmalen nach Anspruch 8 im Rahmen der Erfindung, das Stabilisierelement im Bereich der am Knochen anliegenden Berührungslien mit spitzkantigen, sägezahnartigen oder dazu vergleichbar ausgeformten Vorsprüngen zu versehen, die dem Knochen bzw. der Fraktur zuge-

wandt sind. Ein Ab- bzw. Verrutschen des Stabilisierelementes und damit zusammenhängend des bzw. der Spannbänder während der Operation wie auch nach dem operativen Eingriff läßt sich hierdurch wirkungsvoll vermeiden. Zusätzlich sind die Vorsprünge nach den konstruktiven Maßnahmen nach Anspruch 9 asymmetrisch ausgebildet, wobei erfindungsgemäß die der Fraktur zugewandte Flanke eines jeden Vorsprungs etwa senkrecht zum Stabilisierelement und die der Fraktur abgewandte Flanke eines jeden Vorsprungs schräg zum Stabilisierelement in Richtung Fraktur verlaufend ausgestaltet sind. Dies hat den besonderen Vorteil, daß beim Eindringen der Vorsprünge in den Knochen eine Zugwirkung in entgegengesetzter Richtung zur Fraktur bzw. eine Druckwirkung in Richtung zur Fraktur zusätzlich erzielt wird. Dies fördert ebenfalls die Stabilisierung von Knochen und Fraktur durch das erfindungsgemäß Stabilisierelement.

Mit der Ausgestaltung der Erfindung nach Anspruch 10 soll die Steifigkeit des am Knochen bzw. an der Fraktur anliegenden Stabilisierelementes in Zusammenwirkung mit dem bzw. den Spannbändern durch eine zusätzliche elastische Vorspannung erhöht werden. Gleichzeitig wird einem selbständigen Lösen des Spannbandes infolge fehlender Vorspannung sicher entgegengewirkt. Durch die konstruktive Maßnahme nach Anspruch 11 wird darüber hinaus infolge einer Materialeinsparung noch zusätzlich die Elastizität des Stabilisierelementes gefördert. Zudem ist die Verträglichkeit des erfindungsgemäß Stabilisierelementes durch Verringerung des Materials verbessert. Auch ist gleichzeitig sichergestellt, daß das Stabilisierelement, beispielsweise in Form eines profilierten Loch- oder Wabenblechs, während der Heilung vom Knochen durchwachsen und somit ein nicht mehr entfernbares Teil von diesem werden kann. Von Vorteil ist dabei die erfindungsgemäß Anordnung nach den Ansprüchen 12 und 13, wodurch eine gute Verträglichkeit erzielt wird.

Von besonderem Vorteil sind weiterhin die an dem Stabilisierelement vorgesehenen Verstärkungsstreifen nach Anspruch 14, wodurch sich die Steifigkeit, insbesondere die Torsionssteifigkeit bzw. Verdrehfestigkeit des Stabilisierelementes wesentlich erhöhen läßt, und zwar selbst für den Fall, daß das jeweilige Stabilisierelement eine große Anzahl von Aussparungen in Form von runden, quadratischen, rechteck-, wabenförmigen oder dgl. Lochungen aufweist. Die insbesondere im Bereich der dem Knochen zugewandten Kanten und/oder der dem Knochen abgewandten Kanten angeordneten Verstärkungsstreifen ermöglichen so zugleich eine Verringerung der Materialdicke von dem jeweiligen Stabilisierelement. Damit die dem Knochen zugewandten Berührungslien tatsächlich am Knochen zur Anlage kommen, ragen die im Bereich der dem Knochen zugewandten Kanten des Stabilisierelementes angebrachten Verstärkungsstreifen vorteilhafterweise nicht über die Berührungslien hinaus.

Schließlich wird mit der Ausgestaltung der Erfindung nach den Ansprüchen 15 und 65 noch zusätzlich die Handhabbarkeit des erfindungsgemäß Stabilisierelementes verbessert. Infolge der Materialschwächungen bzw. Sollbruchstellen, wie beispielsweise Trennperforationen, -schlitze oder dergleichen, lassen sich während der Operation je nach Bedarf entsprechend große, d. h. ausreichend breite Stabilisierelemente durch Umbiegung an der vorgesehenen Berührungslien und nachfolgendem Abbrechen erhalten. Schwierige und zumeist langwierige Vorbereitungsmaßnahmen zur Anpassung

des Stabilisierelementes an Form und Größe von Knochen bzw. Fraktur können auf diese Weise entfallen. Zur verbesserten Handhabbarkeit des erfindungsgemäß Stabilisierelementes können darüber hinaus vorgescheine Verstärkungsstreifen ebenfalls mit Materialschwächungen bzw. Sollbruchstellen in Form von Trennperforationen, -schlitzen oder dgl. versehen sein.

Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einiger bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung sowie anhand der Zeichnungen. Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäß ausgebildeten Stabilisierelementes mit einem schematisch dargestellten Spannband in perspektivischer Ansicht;

Fig. 2 einen teilweise abgebrochenen Querschnitt durch das erfindungsgemäß Stabilisierelement nach Fig. 1 längs der Linie II-II in vergrößerter Darstellung;

Fig. 3 eine teilweise abgebrochene Seitenansicht einer geringfügig abgewandelten Ausführungsform eines Stabilisierelementes entsprechend Fig. 2 in Pfeilrichtung III;

Fig. 4 einen teilweise abgebrochenen Querschnitt durch eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäß ausgebildeten Stabilisierelementes entsprechend Fig. 2;

Fig. 5 eine teilweise abgebrochene Seitenansicht eines Stabilisierelementes nach Fig. 4 in Pfeilrichtung V;

Fig. 6 eine andere Ausführungsform eines erfindungsgemäß ausgebildeten Stabilisierelementes mit einem schematisch dargestellten Spannband in perspektivischer Ansicht;

Fig. 7-9 weitere Ausführungsformen eines erfindungsgemäß ausgebildeten Stabilisierelementes in perspektivischer Ansicht;

Fig. 10-14 schematisiert dargestellte Querschnitte durch weitere Ausführungsformen von erfindungsgemäß ausgebildeten Stabilisierelementen;

Fig. 15 einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäß ausgebildeten Stabilisierelementes im Bereich einer Knochenfraktur entsprechend Fig. 3 in verkleinerter Darstellung;

Fig. 16 eine andere Ausführungsform eines erfindungsgemäß ausgebildeten Stabilisierelementes in perspektivischer Ansicht entsprechend Fig. 1; und

Fig. 17 einen teilweise abgebrochenen Querschnitt durch das erfindungsgemäß Stabilisierelement nach Fig. 16 längs der Linie XVII-XVII in vergrößerter Darstellung.

In Fig. 1 ist ein Stabilisierelement 10 zur Osteosynthese von Knochenfragmenten, insbesondere zur Fixation von Knochenfrakturen dargestellt, das die Fraktur und/oder den nicht gezeigten Knochen im Bereich der zu behandelnden Stelle wenigstens teilweise überdeckt und mit mindestens einem Spannmittel am Knochen festgelegt wird. Das Spannmittel ist nach Art einer Rohr- bzw. Schlauchschelle als flachbandartiges Spannband 12 ausgebildet, das die Fraktur und/oder den Knochen im Bereich der zu behandelnden Stelle umschlingt. Das Spannband 12, das hier nur teilweise und schematisch dargestellt ist, entspricht in Funktion und konstruktiver Ausgestaltung den in der DE-PS 35 38 645 und der deutschen Patentanmeldung P 40 21 246.7 beschriebenen Spannbändern.

Das Stabilisierelement 10 nach den Fig. 1 und 2 ist im Querschnitt zick-zack-artig ausgebildet, wobei die einzelnen Flächenteile 14 des Stabilisierelementes 10 in ihren Abmessungen einander entsprechen und etwa im

rechten Winkel aneinander anschließen. Infolge dieser zick-zack-artigen Profilierung erhält das Stabilisierelement 10 eine ausgesprochen hohe Steifigkeit, obschon das Stabilisierelement 10 eine verhältnismäßig geringe Dicke aufweist. Das Stabilisierelement 10 nach Fig. 1 stützt sich am nicht dargestellten Knochen über vier im wesentlichen in Längsrichtung des Stabilisierelementes 10 erstreckende Berührungslien 16 ab, die hier mit den dem Knochen bzw. der Fraktur zugewandten Kanten 18 jeweils zweier aneinander angrenzender Flächenteile 14 des Stabilisierelementes 10 identisch sind. In Fig. 2 verlaufen die Berührungslien 16 etwa senkrecht zur Ziehenblattebene.

Das flachbandartige Spannband 12 kommt entsprechend Fig. 2 auf dem Stabilisierelement 10 zwischen jeweils zwei benachbarten Berührungslien 16 zur Anlage, und zwar von den Berührungslien 16 etwa gleich beabstandet und vom nicht gezeigten Knochen abgewandt. Das Stabilisierelement 10 läßt sich daher am Knochen mit dem diesen umschlingenden Spannband 12 unter beliebig auszuwählender Kompression fixieren, ohne daß der Knochen selbst zur Fixation wiederum des Spannbandes 12 herangezogen werden muß. Dies hat den Vorteil, daß das Stabilisierelement 10 schnell und einfach am Knochen festlegbar ist, unabhängig von der jeweiligen Konsistenz des die Fraktur aufweisenden Knochens. Insofern ist das Stabilisierelement 10 auch für die Behandlung von alten, zumeist porösen Knochen besonders gut geeignet.

Wie in den Fig. 1 bis 3 dargestellt, weist das Stabilisierelement 10 Anlageflächen zur Positionierung des Spannbandes 12 bzw. zur Festlegung der Relativlage des Spannbandes 12 gegenüber dem Stabilisierelement 10 auf. Ein Verrutschen oder dergleichen des Spannbandes 12 entlang dem Stabilisierelement 10 während des chirurgischen Eingriffs und insbesondere nach der Operation beim Heilungsprozeß ist auf diese Weise ausgeschlossen. Das Stabilisierelement 10 ist dabei wenigstens an einer Stelle, d. h. hier zwischen den dem Knochen zugewandten Kanten 18 und den dem Knochen abgewandten Kanten 20 jeweils zweier benachbarter Flächenteile 14, mit Längsschlitten 22 versehen, durch die das Spannband 12 unter entsprechender Positionierung gegenüber dem Stabilisierelement 10 bzw. dem Knochen hindurchführbar ist. Die Fixierung des Stabilisierelementes 10 am Knochen wird noch zusätzlich durch die Anordnung von Längsschlitten 22 in den endseitigen Bereichen 24 der Flächenteile 14 zur Positionierung weiterer, in Fig. 1 nicht dargestellter Spannbänder 12 verbessert. Auch läßt sich hierdurch die Steifigkeit des Stabilisierelementes 10 erhöhen. Das jeweilige Spannband 12 wird von den entsprechenden Längsschlitten 22 im Stabilisierelement 10 nahezu ohne Spiel aufgenommen, da der freie Querschnitt der Längsschlitte 22 nur geringfügig größer bemessen ist als der Querschnitt eines solchen Spannbandes 12.

Die Ausführungsform des Stabilisierelementes 10 gemäß Fig. 3 unterscheidet sich von derjenigen nach den Fig. 1 und 2 durch zusätzlich vorgesehene Vorsprünge 26 oder dergleichen, die im Bereich der am Knochen anliegenden Berührungslien 16 angeordnet sind und über die Berührungslien 16 dem Knochen bzw. der Fraktur zugewandt hinausragen. Infolge der spitz- bzw. scharfkantigen, insbesondere sägezahnartigen Ausbildung dieser Vorsprünge 26, die beim Auflegen des Stabilisierelementes 10 und anschließenden Festziehen des Spannbandes 12 in den Knochen zwangsläufig eingreifen, wird eine zusätzliche Sicherung des Stabilisierele-

mentes 10 am Knochen erhalten. Ein Verrutschen des Stabilisierelementes 10 entlang dem zu behandelnden Knochen wird durch die Vorsprünge 26 somit sicher vermieden. Die Vorsprünge 26 sind bei der Ausführungsform des Stabilisierelementes 10 nach Fig. 3 unterhalb der Längsschlitte 22 angeordnet, so daß diese mit Festziehen des Spannbandes 12 automatisch in den Knochen gedrückt werden.

In den Fig. 4 und 5 sind die Anlagenflächen des Stabilisierelementes 10 für das Spannband 12 durch zwei zu einander entsprechend der Breite des Spannbandes 12 angeordnete Vorsprünge 28, Ansätze oder dergleichen gebildet. Die Vorsprünge 28 ragen über die dem Knochen abgewandten Kanten 20 zweier jeweils benachbarter Flächenteile 14 des Stabilisierelementes 10 hinaus, wobei deren lichte Höhe geringfügig größer ist als die Höhe des jeweiligen Spannbandes 12. Die als Vorsprünge 28 ausgebildeten Anlageflächen haben den zusätzlichen Vorteil einer sehr einfachen Montage des Spannbandes 12 auf dem Stabilisierelement 10 während der Operation. Zudem sind bei der Ausführungsform des Stabilisierelementes 10 nach den Fig. 4 und 5 spitz- bzw. scharfkantige, dem Knochen und/oder der Fraktur zugewandte Vorsprünge 30 vorgesehen, die zueinander entlang der Berührungslien 16 an den dem Knochen zugewandten Kanten 18 des Stabilisierelementes 10 regelmäßig beabstandet sind. Die Vorsprünge 30 zweier benachbarter Berührungslien 16 können hierbei ebenso gut noch zusätzlich auf Versatz zueinander angeordnet sein.

Fig. 6 zeigt eine andere Ausführungsform des Stabilisierelementes 10, bei welcher in den Flächenteilen 14 Aussparungen 32 zwischen den Längsschlitten 22 angebracht sind. Die Aussparungen 32 fördern zum einen die Verträglichkeit des Stabilisierelementes 10 aufgrund einer weiteren Herabsetzung der Materialanhäufung und zum anderen die Festlegung der Relativlage des Stabilisierelementes 10 am Knochen, da dieser während des Heilungsprozesses durch das Stabilisierelement 10 hindurchwachsen kann.

Die Ausführungsformen des Stabilisierelementes 10 in den Fig. 7 und 8 sind im Bereich der oder vorzugsweise entlang den am Knochen anliegenden Berührungslien 16 materialgeschwächt. So sind die Stabilisierelemente 10 nach den Fig. 7 und 8 mit Sollbruchstellen, insbesondere in Form von Trennschlitten 34 bzw. Trennperforationen 36 versehen. Auf diese Weise ist es möglich, die Größe, d. h. die Breite des Stabilisierelementes 10 ohne große Vorbereitungsmaßnahmen auch kurzfristig während der Operation an die zu behandelnde Stelle des Knochens bzw. der Fraktur schnell und ohne Aufwand durch Umbiegen an der jeweiligen Berührungslien 16, was zu einem Abbrechen des Stabilisierelementes 10 führt, anzupassen. Abgesehen davon erweist sich sowohl die Herstellung als auch die Aufbewahrung dieses einem Baukastensystem gleichenden Stabilisierelementes 10 als ausgesprochen vorteilhaft. Je nach Bedarfsfall ist das Stabilisierelement hinsichtlich seiner Länge variierbar. So ist das Stabilisierelement in Fig. 9 ausgesprochen kurz gehalten, so daß die einzelnen Flächenteile 14 jeweils nur einen einzigen Längsschlitz 22 aufweisen.

In den Fig. 10 bis 14 sind weitere Ausführungsformen des Stabilisierelementes 10 schematisiert gezeigt, wobei deren Profile wellenförmig (vgl. Fig. 10, 14), mäanderartig (vgl. Fig. 12) sowie beliebig zick-zack-geformt (vgl. Fig. 11, 13) oder in ähnlicher Weise ausgestaltet sind. Die Berührungslien 16, die in den Fig. 10 bis 14 als

Punkte hervorgehoben sind, stehen bei sämtlichen dieser Ausführungsbeispiele des Stabilisierelementes 10 senkrecht auf der Zeichenblattebene. Entsprechend der Auswahl des jeweiligen Profiles des Stabilisierelementes 10 läßt sich auf dessen Steifigkeit Einfluß nehmen, da jedes Profil unter einer ihm eigenen elastischen Vorspannung unter Anlage an den Knochen bzw. die Fraktur bringbar ist.

Fig. 15 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Stabilisierelementes 10 nach der Erfindung, das am Knochen 38 anliegt und die Fraktur 40 überdeckt. Die dem Knochen 38 zugewandten, spitz- bzw. scharfkantigen, insbesondere sägezahnartigen Vorsprünge 42 sind dabei asymmetrisch ausgebildet. Zum einen ist die der Fraktur zugewandte Flanke 44 eines jeden Vorsprungs 42 etwa senkrecht zum Stabilisierelement 10 verlaufend ausgestaltet. Zum anderen erstreckt sich die der Fraktur 40 abgewandte Flanke 46 eines jeden Vorsprungs 38 schräg zum Stabilisierelement 10 und in Richtung der Fraktur 40. Dies hat den Vorteil, daß die Vorsprünge beim Festziehen des Spannbandes in den Knochen 38 eindringen und gleichzeitig einen Druck auf den Knochen 38 in Richtung der Fraktur 40 ausüben bzw. das Stabilisierelement mit einem entsprechenden Zug in dessen Längsrichtung beaufschlagen. Hierdurch wird zusätzlich ein Anpressen der beiden einzelnen gebrochenen Knochenstücke gegeneinander im Bereich der Fraktur erreicht, was letztendlich zur weiteren Förderung des Heilungsprozesses führt.

In den Fig. 16 und 17 ist eine weitere Ausführungsform des Stabilisierelementes 10 dargestellt, das mit mehreren im wesentlichen quer zur Längsrichtung des Stabilisierelementes 10 verlaufenden Verstärkungsstreifen 48, 50 versehen ist. Die Verstärkungsstreifen 48 sind dabei im Bereich der dem Knochen abgewandten Kanten 20 des Stabilisierelementes angeordnet. Dagegen sind die Verstärkungsstreifen 50 im Bereich der dem Knochen zugewandten Kanten 18 angeordnet. Vorgezogene ragen die Verstärkungsstreifen 50 nicht über die Berührungslien 16, die dem Knochen bzw. der Fraktur zugewandt sind, hinaus, wodurch sichergestellt ist, daß die Berührungslien 16 selbst am Knochen zur Anlage kommen und von diesem nicht wegen überstehender Verstärkungsstreifen 50 beabstandet sind. Infolge der Verstärkungsstreifen 48, 50 erhält das jeweilige Stabilisierelement 10 eine wesentlich höhere Steifigkeit. Insbesondere nimmt die Torsionssteifigkeit bzw. Verfestigung des Stabilisierelementes 20 durch diese Verstärkungsstreifen 48, 50 zu. In entsprechender Weise lassen sich die Verstärkungsstreifen 48, 50 auch an anderer Stelle des Stabilisierelementes 10 zwischen zwei benachbarten, dem Knochen zugewandten und abgewandten Kanten 18, 20 anordnen. Gleichzeitig kann aufgrund dieser erzielbaren erhöhten Steifigkeit das Stabilisierelement 10, d. h. die Flächenteile 14 eine geringere Materiedicke aufweisen, was wiederum die Verträglichkeit dieses Stabilisierelementes 10 fördert. Schließlich können die Verstärkungsstreifen 48, 50 vornehmlich im Bereich der Kanten 18, 20 Materialschwächungen oder Sollbruchstellen aufweisen, insbesondere in Form von Trennschlitzten bzw. Trennperforationen (nicht dargestellt), die die Handhabbarkeit des Stabilisierelementes begünstigt. Insofern läßt sich nämlich die Größe, d. h. die Breite des Stabilisierelementes 10 durch einfaches Umbiegen und Abbrechen anpassen. Die Verstärkungsstreifen 48, 50 sind hierbei bezüglich ihrer Materialdicke, -breite sowie Querschnittsform beliebig wählbar.

Die Werkstoffwahl des Stabilisierelementes 10 hängt

schließlich von den speziellen Anforderungen bzw. operativen Vorgaben des Einzelfalles ab. So kann das Stabilisierelement 10 aus Implantatmaterial, insbesondere metallischem Implantatmaterial, wie Titan, bestehen oder auch aus Keramik, Kunststoff und anderem biologisch verträglichem Material hergestellt sein. Ebenso ist es möglich, das Stabilisierelement aus knochenähnlichem Material, insbesondere Hydroxylapatit auszubilden, das selbstaflösend ist und/oder vom Knochen durchwachsen wird.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsformen beschränkt. Beispielsweise lassen sich die zuvor beschriebenen Ausführungen des Stabilisierelementes 10 hinsichtlich ihrer konstruktiven Ausgestaltung und Anordnung einzelner technischer Merkmale, wie z. B. der Vorsprünge 26, 28, 30, der Aussparungen 32, der Trennschlitzte sowie -perforationen 34, 36, der Anzahl der Längsschlitzte 22 und vieles andere mehr, miteinander beliebig kombinieren. Des weiteren lassen sich ebenfalls die Profilformen des Stabilisierelementes 10 in beliebiger Weise variieren. Schließlich sind auch die geometrischen Abmessungen der verschiedenenartigen Profilformen beliebig variierbar. So kann beispielsweise die Dicke der Flächenteile 14, die zwischen zwei jeweils benachbarten Berührungslien 16 angeordnet sind (vgl. insbesondere Fig. 10 – 14), unterschiedlich groß ausgewählt sein. Ebenso ist es noch denkbar, zwei oder mehrere, voneinander getrennte und unterschiedlich lange Stabilisierelemente 10 um den Knochen herum anzuordnen und beispielsweise mit einem einzigen Spannband an diesem zu fixieren.

Sämtliche in den Anmeldungsunterlagen offenbarten Merkmale werden als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

#### Patentansprüche

1. Stabilisierelement zur Osteosynthese von Knochenfragmenten, insbesondere zur Fixation von Knochenfrakturen, das die Fraktur und/oder den Knochen im Bereich der zu behandelnden Stelle wenigstens teilweise überdeckt und mit mindestens einem Spannmittel am Knochen festlegbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Stabilisierelement (10) im Querschnitt wellen-, mäander-, zick-zack- oder dgl. ausgebildet und am Knochen über wenigstens zwei sich etwa in Längsrichtung des Stabilisierelementes (10) erstreckende Berührungslien (16) abstützbar ist.
2. Stabilisierelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Stabilisierelement (10) mit wenigstens einem als Spannmittel dienenden und die Fraktur und/oder den Knochen im Bereich der zu behandelnden Stelle umschlingenden, flachbandartigen Spannband (12) in Form einer Rohr- oder Schlauchscheide am Knochen fixierbar ist.
3. Stabilisierelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Stabilisierelement (10) mit Anlageflächen zur Positionierung des Spannbandes (12) versehen ist.
4. Stabilisierelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Anlageflächen für das Spannband (12) durch zwei im Abstand entsprechend der Breite des Spannbandes (12) angeordnete Vorsprünge (28) oder dgl. definiert sind.
5. Stabilisierelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Stabilisierelement (10) we-

# DE 41 02 462 A1

9

nigstens an einer Stelle Längsschlitz 22 aufweist, durch die das Spannband (12) unter entsprechender Positionierung gegenüber dem Stabilisierelement (10) bzw. dem Knochen hindurchführbar ist.

6. Stabilisierelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Stabilisierelement (10) wenigstens jeweils endseitig Längsschlitz (22) für die Positionierung von zugeordneten Spannbändern (12) aufweist. 5

7. Stabilisierelement nach wenigstens einem der Ansprüche 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß der freie Querschnitt der Längsschlitz (22) im Stabilisierelement (10) geringfügig größer bemessen ist als der Querschnitt des Spannbandes (12). 10

8. Stabilisierelement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Stabilisierelement (10) im Bereich der am Knochen anliegenden Berührungslien (16) spitz- oder scharfkantige, insbesondere sägezahnartige, dem Knochen bzw. der Fraktur zugewandte Vorsprünge (26, 30) oder dgl. aufweist. 15

9. Stabilisierelement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Knochen (38) zugewandten spitz- oder scharfkantigen, insbesondere sägezahnartigen Vorsprünge (42) asymmetrisch 20 ausgebildet sind, wobei die der Fraktur (40) zugewandte Flanke (44) jeweils etwa senkrecht zum Stabilisierelement (10) und die der Fraktur (40) abgewandte Flanke (46) jeweils schräg zum Stabilisierelement (10) in Richtung Fraktur (40) verlaufend ausgestaltet sind. 25

10. Stabilisierelement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Stabilisierelement (10) unter elastischer Vorspannung in Anlage an den Knochen bzw. die Fraktur bringbar ist. 30

11. Stabilisierelement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Stabilisierelement (10) mit zwischen den Anlagerflächen angeordneten runden, quadratischen, rechteck-, wabenförmigen oder dgl. Aussparungen (32) versehen ist. 35

12. Stabilisierelement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Stabilisierelement (10) aus Implantatmaterial, insbesondere metallischem Implantatmaterial, wie Titan, Keramik, Kunststoff oder biologisch verträglichem Material besteht. 40

13. Stabilisierelement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Stabilisierelement (10) aus knochenähnlichem Material, insbesondere Hydroxylapatit besteht, das selbstauflösend und/oder vom Knochen durchwachsbar ist. 45

14. Stabilisierelement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Stabilisierelement (10) mit wenigstens einem im wesentlichen quer zur Längsrichtung des Stabilisierelementes (10) verlaufenden, insbesondere im Bereich der dem Knochen zugewandten Kanten (18) und/oder der dem Knochen abgewandten Kanten (20) angeordneten Verstärkungsstreifen (48, 50) versehen ist, wobei die Verstärkungsstreifen (50) im Bereich der dem Knochen zugewandten Kanten (18) vorzugsweise nicht über die Berührungslien (16), die dem Knochen bzw. der Fraktur zugewandt sind, hinausragen. 50

15. Stabilisierelement nach wenigstens einem der

10

Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Stabilisierelement (10) im Bereich der am Knochen anliegenden Berührungslien (16) materialgeschwächt ausgebildet ist.

16. Stabilisierelement nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Stabilisierelement (10) entlang den Berührungslien (16) mit Sollbruchstellen, insbesondere mit Trennschlitten (34), -perforationen (36) oder dgl. versehen ist.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

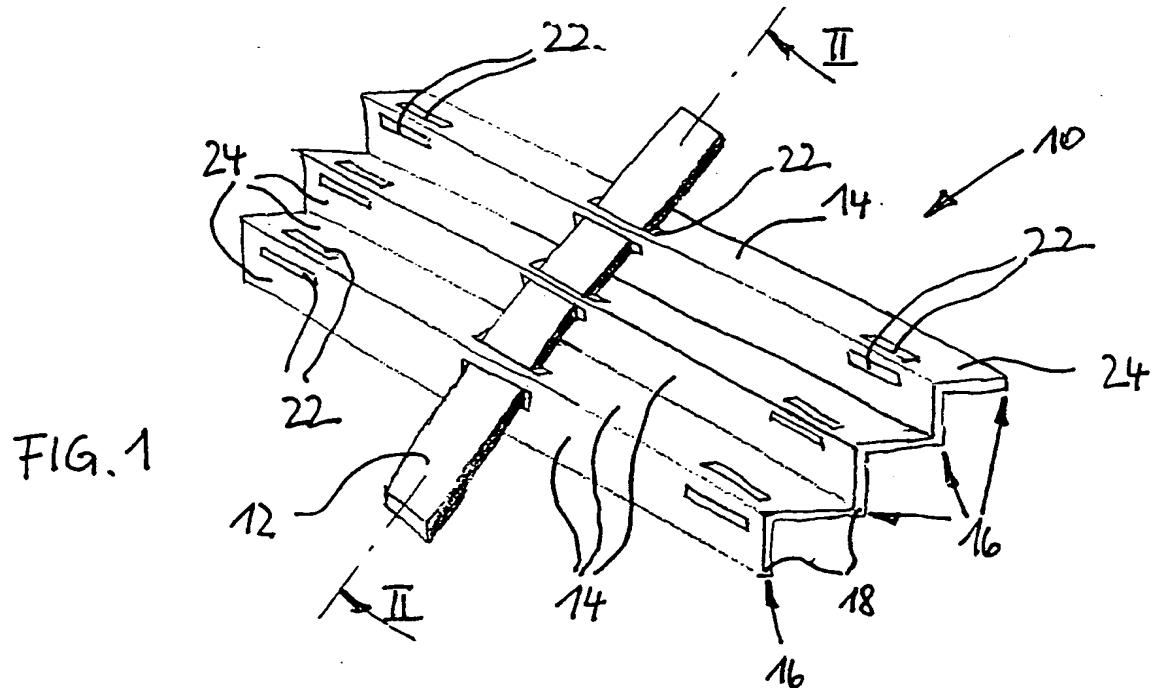


FIG. 1

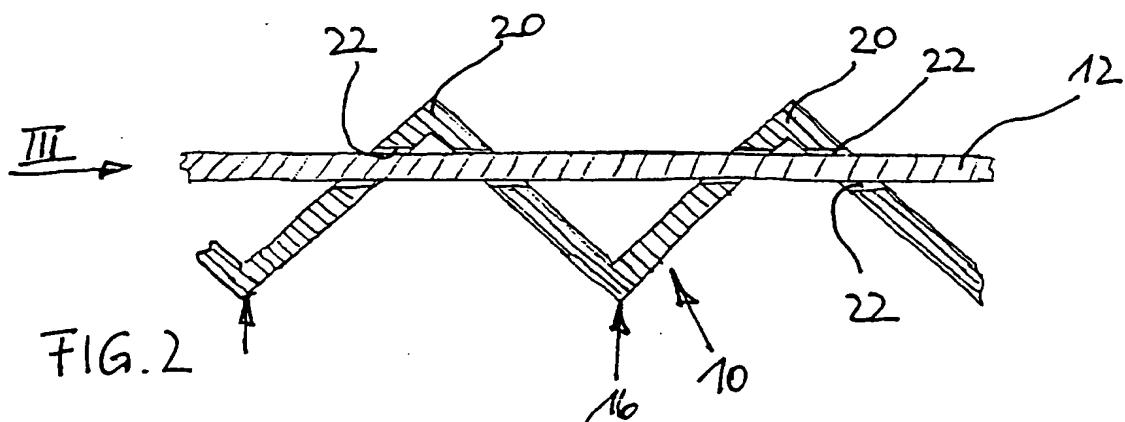


FIG. 2

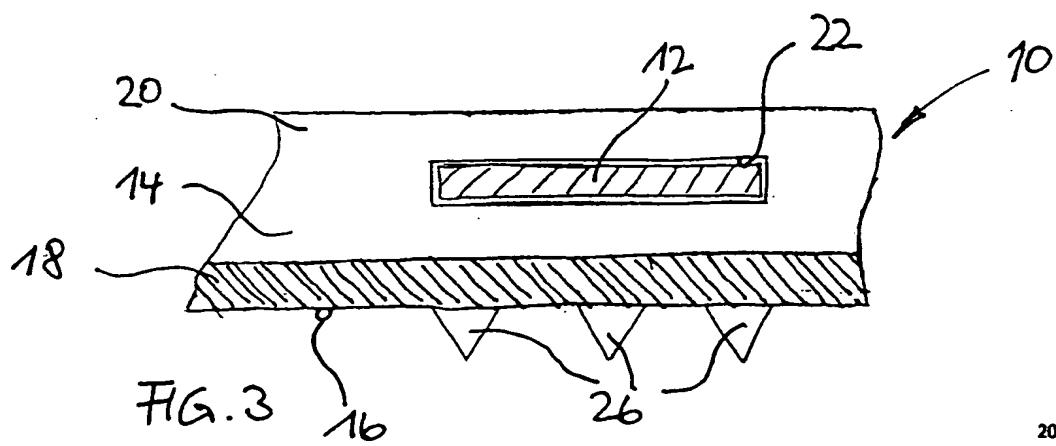
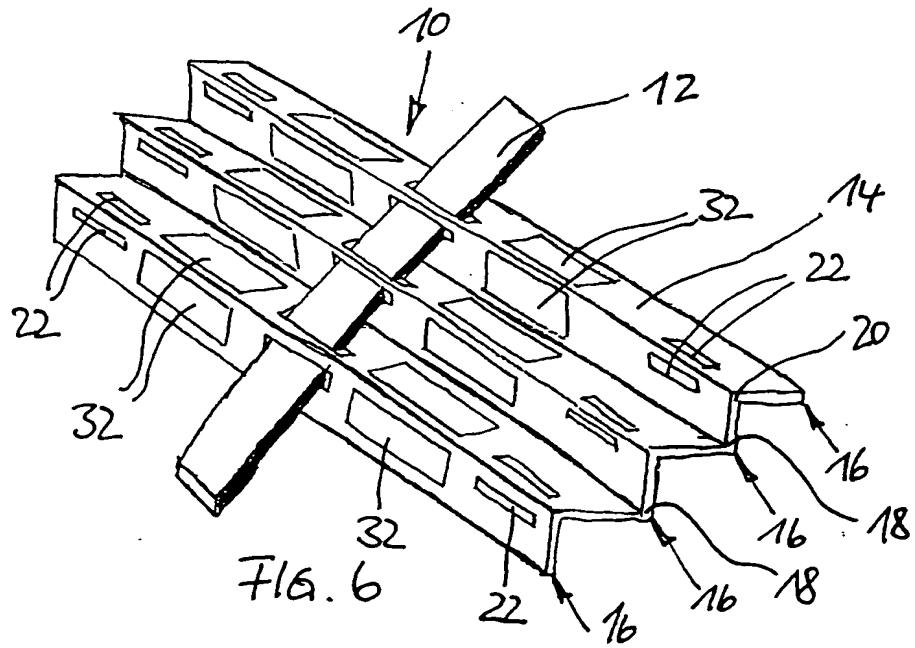
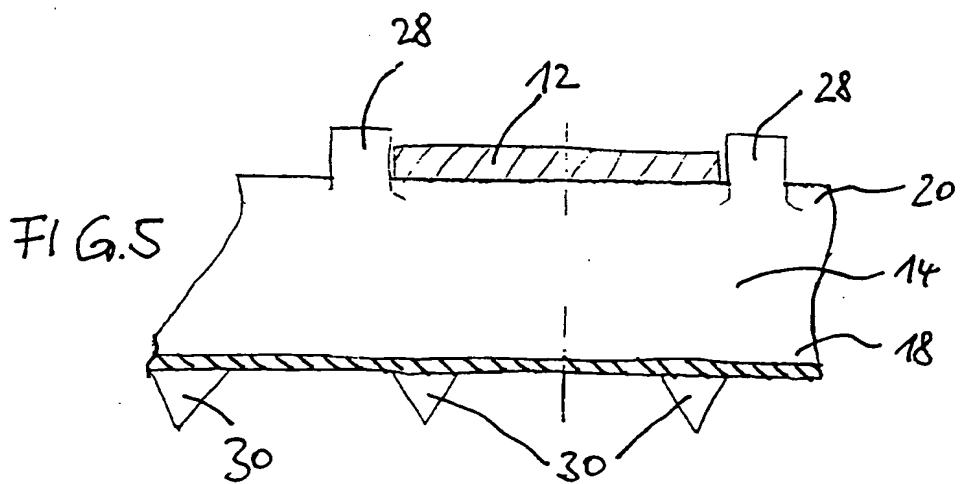
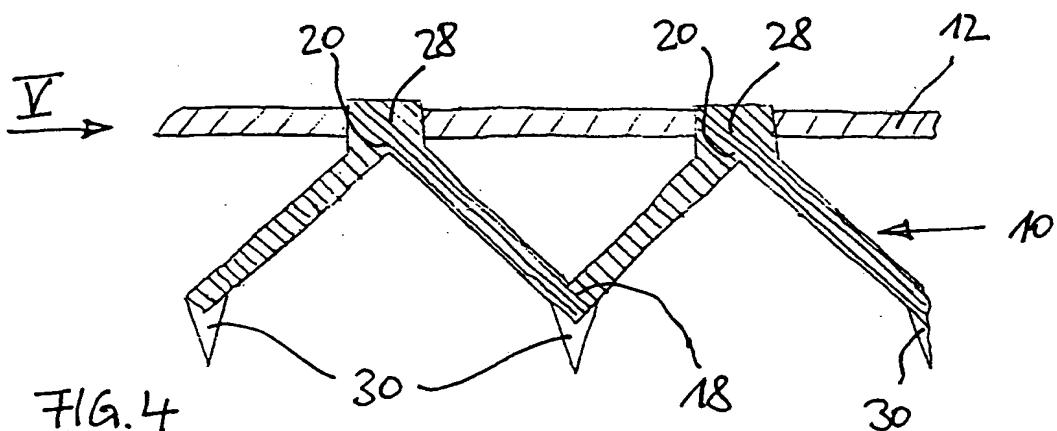


FIG. 3



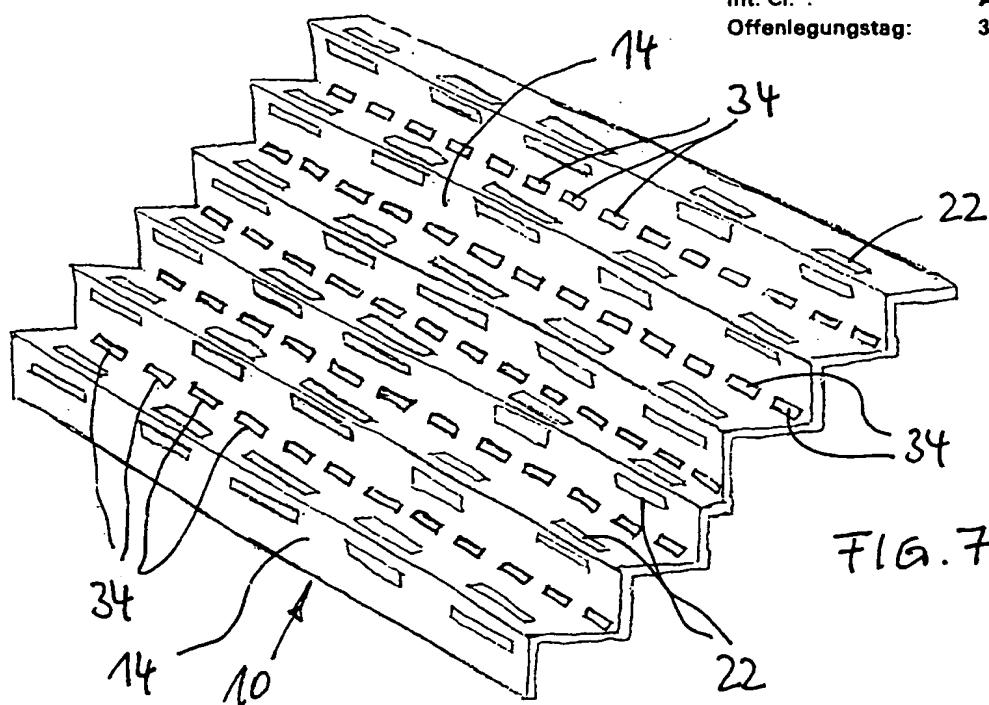


FIG. 7

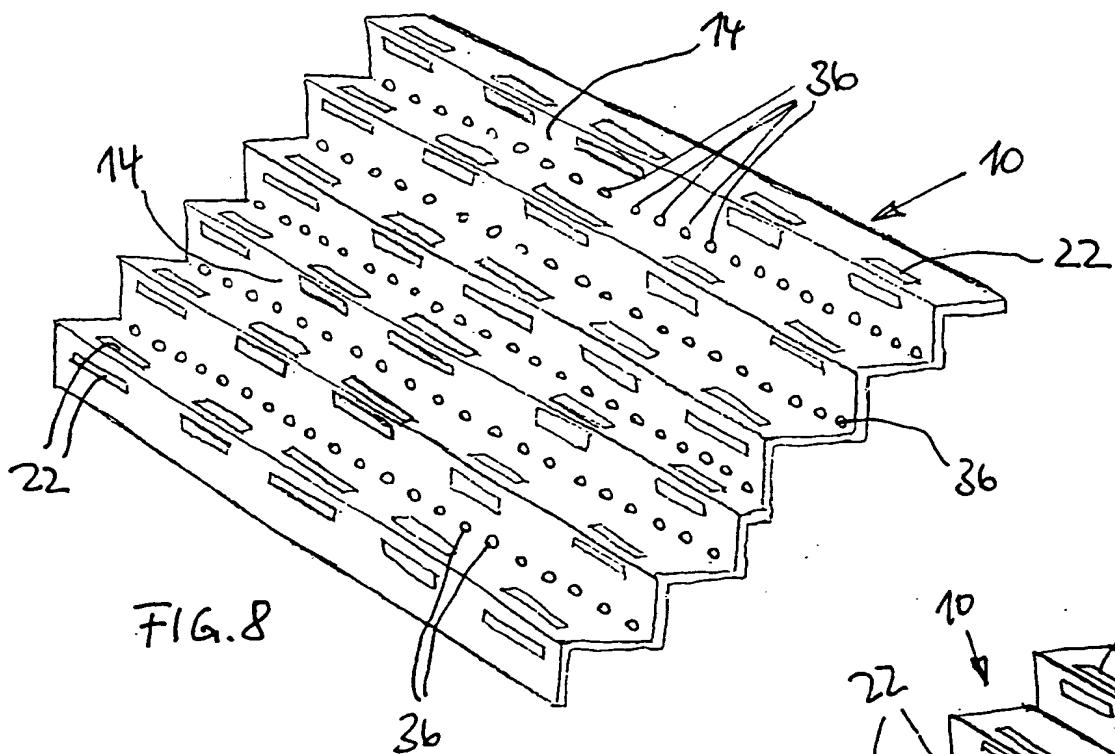
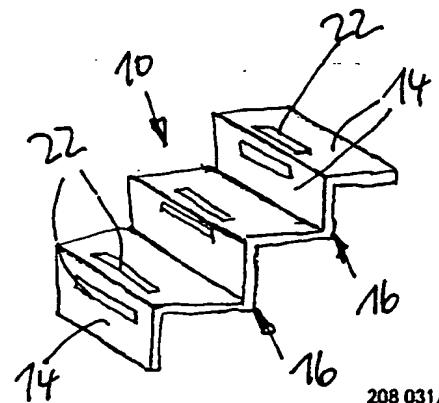


FIG. 8

FIG. 9



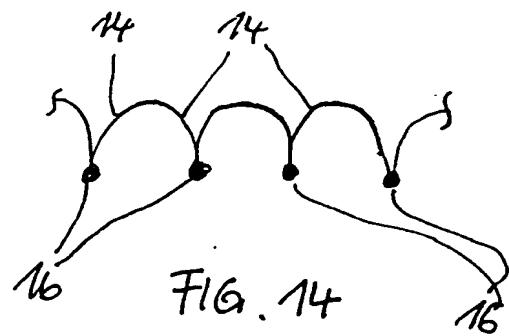
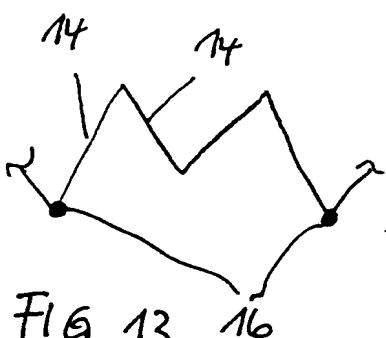
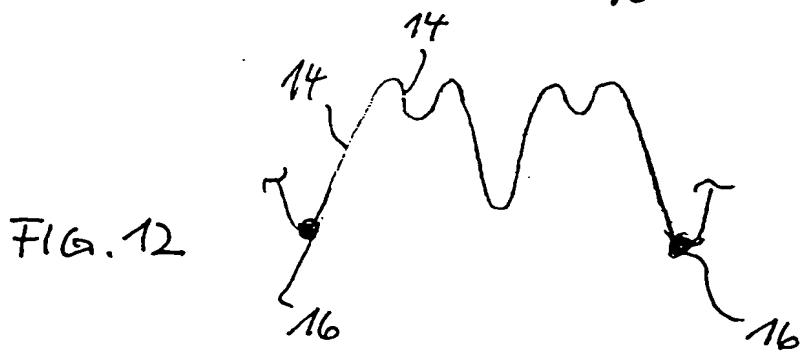
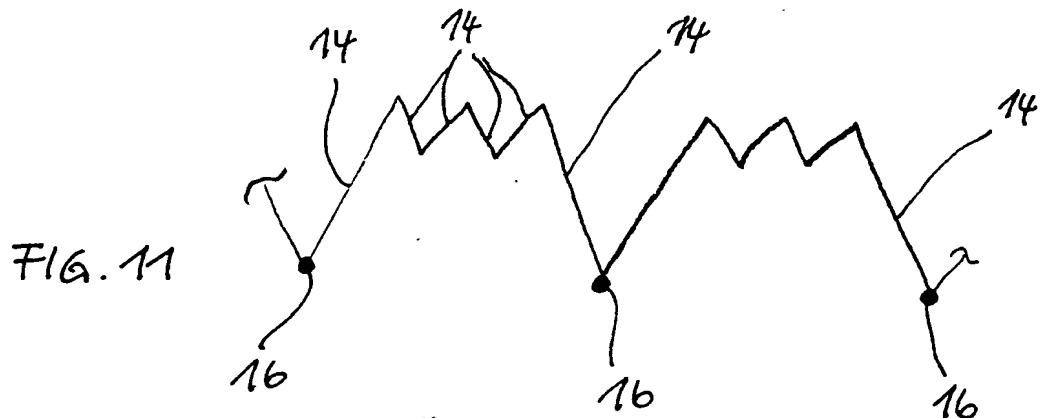
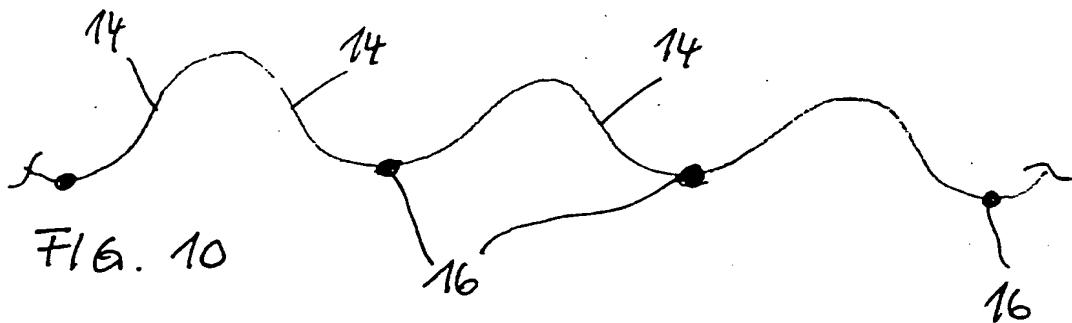


FIG. 15

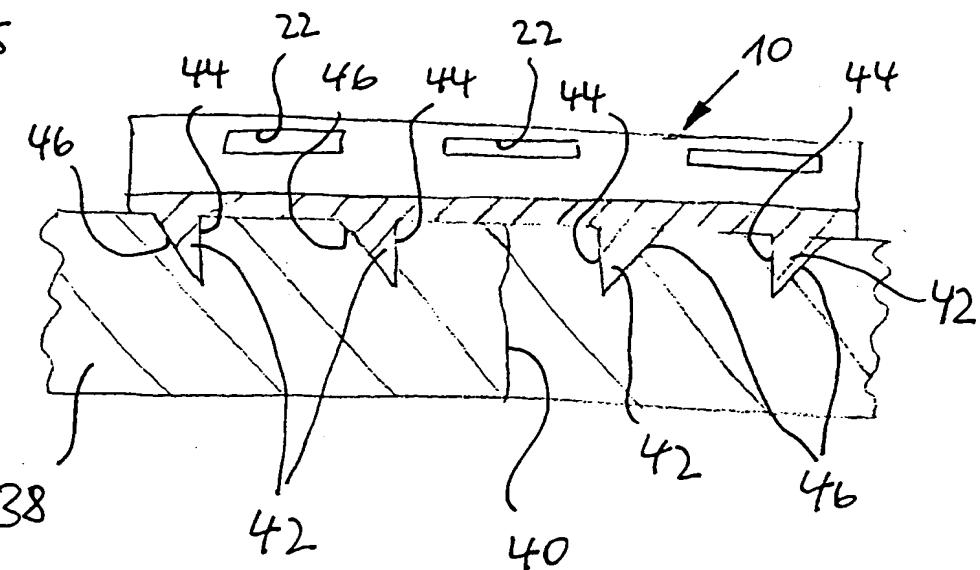


FIG. 17

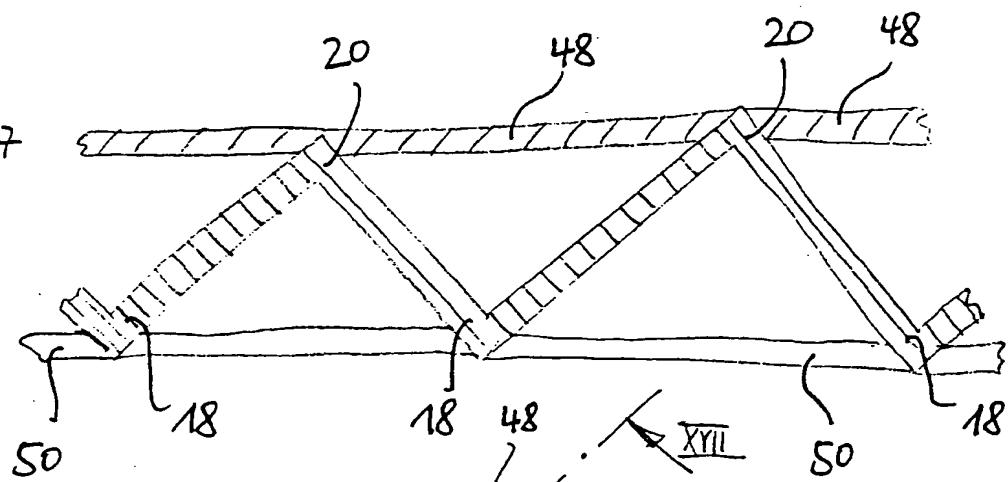
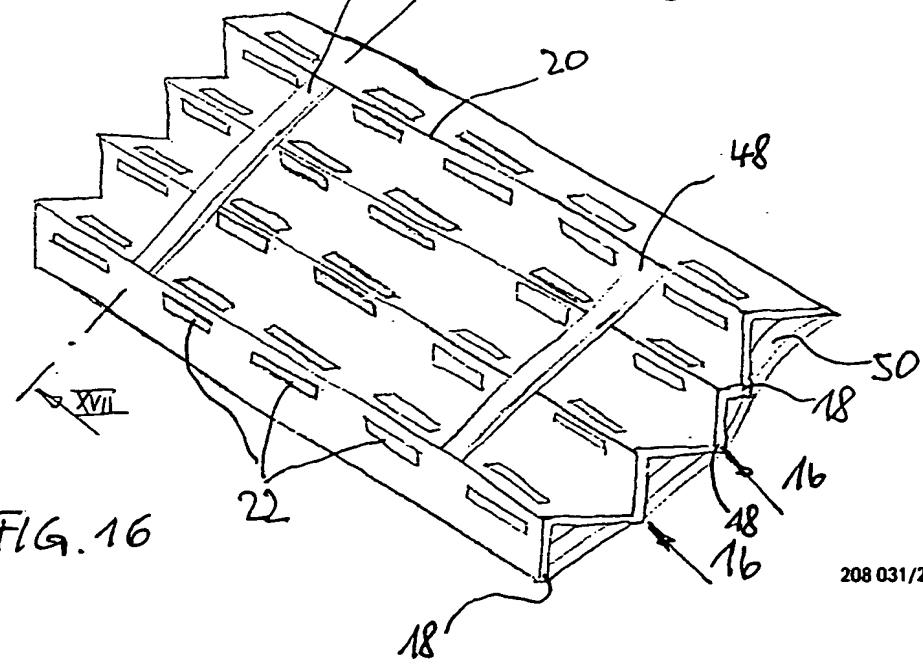


FIG. 16



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**